

卷烟包装机设备维修维护与保养

李顺辉, 李亚东, 李春林

红塔烟草(集团)有限责任公司玉溪卷烟厂, 云南 玉溪

收稿日期: 2025年7月28日; 录用日期: 2025年8月29日; 发布日期: 2025年9月11日

摘要

本文围绕卷烟包装机设备的系统组成、运行现状及维护策略展开探讨。随着烟草行业的发展和市场竞争的加剧, 卷烟包装机设备的性能稳定性和运行效率直接影响到烟草产品的质量和企业的经济效益。文章指出当前维修模式仍以事后处理为主, 缺乏预测性与系统性, 并尝试引入全员生产维护(TPM)和可靠性居中维修(RCM)理论框架, 提出具体改进路径。通过构建结构化维护体系、提升人员专业能力、实施精细化保养及环境管理, 旨在提高设备的使用寿命、优化生产效益, 并降低生产成本。

关键词

卷烟包装机, 保养, TPM, RCM, 预测性维修

Repair, Maintenance and Maintenance of Cigarette Packaging Machine

Shunhui Li, Yadong Li, Chunlin Li

Yuxi Cigarette Factory, Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Yuxi Yunnan

Received: Jul. 28th, 2025; accepted: Aug. 29th, 2025; published: Sep. 11th, 2025

Abstract

This paper discusses the system composition, operating status, and maintenance strategies of cigarette packaging machines. With the development of the tobacco industry and intensified market competition, the performance stability and operating efficiency of cigarette packaging machines directly impact the quality of tobacco products and the economic benefits of enterprises. This paper points out that the current maintenance model is still primarily post-processing, lacking predictive and systematic approaches. It attempts to introduce the theoretical frameworks of Total Productive Maintenance (TPM) and Reliability-Centered Maintenance (RCM) and proposes specific improvement paths. By establishing a structured maintenance system, enhancing personnel professional

capabilities, and implementing refined maintenance and environmental management, the goal is to extend equipment life, optimize production efficiency, and reduce production costs.

Keywords

Cigarette Packaging Machine, Maintenance, TPM, RCM, Predictive Maintenance

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

烟草行业作为国家税收的重要来源，在经济发展中占据着举足轻重的地位。随着市场经济的发展和人民生活水平的提高，消费者对烟草产品的质量和包装要求日益提高。卷烟包装机作为烟草生产中的核心设备，其性能稳定性和运行效率直接关系到烟草产品的质量和企业的市场竞争力。因此，加强卷烟包装机设备的维修维护与保养工作显得尤为重要。然而，当前许多烟草企业在卷烟包装机设备的维修维护与保养方面仍存在诸多问题，如制度不完善、专业人才匮乏等，严重影响了设备的正常运行和生产效率[1]，这不仅引起生产中断，也推高了运营成本。在这一背景下，借鉴成熟的设备管理理论，系统优化现有维护策略，显得尤为迫切。本文将结合 TPM 和 RCM 理论，重新审视卷烟包装机的维护体系，为行业实践提供理论支持与方法参考。

2. 卷烟包装机的组成

卷烟包装机是一类高度集成的自动化设备，主要由九大模块构成。各系统之间需实现精准协同，任何环节的故障都可能导致整线停产或产品质量缺陷。值得注意的是，随着设备自动化与复杂性的提升，传统依赖人工经验的维修模式已难以适应高效生产的需求。

2.1. 原材料供给系统

原材料供给系统是卷烟包装机的起始站，主要负责将烟丝、滤嘴等卷烟所需的基本材料精确、稳定地输送到后续加工环节。该系统通常采用先进的传感器与控制系统，确保原材料的供给量与速度与生产需求精准匹配，减少浪费，提高生产效率。此外，原材料供给系统还具备自动检测与调整功能，能够及时发现并解决供料不畅等问题，确保生产线的连续稳定运行。

2.2. 包装材料供给系统

包装材料供给系统负责提供卷烟包装所需的纸张、铝箔纸、内衬纸等。与原材料供给系统相似，该系统同样具备精确的计量与输送能力，确保包装材料的准确供给。此外，为了应对不同规格、不同材质的包装需求，包装材料供给系统通常设计有灵活可调的输送机构，以适应多样化的生产要求。

2.3. 主传送系统

主传送系统是卷烟包装机的核心组成部分，负责将原材料与包装材料在生产线上高效、有序地传递。该系统采用先进的传动技术与控制策略，确保各个加工环节之间的无缝衔接，减少生产过程中的等待时间与能耗。主传送系统还具备故障预警与自我保护功能，能够在检测到异常情况时自动停机，避免设备

损坏与产品损失。

2.4. 包装形成系统

包装形成系统是卷烟包装机的关键所在，负责将烟丝、滤嘴等原材料与包装材料组合成完整的卷烟产品。该系统通常采用精密的机械结构与先进的控制技术，确保卷烟的成型精度与外观质量。此外，包装形成系统还具备自动调整与校准功能，能够根据不同规格、不同品牌卷烟的生产需求进行灵活调整。

2.5. 烘干热缩系统

烘干热缩系统主要用于对包装好的卷烟进行烘干与热缩处理，以提高包装的密封性与稳定性。该系统采用高效的热源与精确的温控技术，确保卷烟在烘干过程中受热均匀、温度适宜。同时，热缩膜在加热作用下能够紧密贴合卷烟表面，形成美观、结实的包装层，有效延长卷烟的保质期。

2.6. 成品输出系统

成品输出系统是卷烟包装机的终端环节，负责将包装完成的卷烟产品整齐、有序地输出到生产线末端。该系统通常采用先进的输送与分拣技术，能够根据不同规格、不同批次卷烟的生产需求进行灵活调整。此外，成品输出系统还具备自动计数与打包功能，能够大幅提高生产效率与降低人力成本。

2.7. 机械传动系统

机械传动系统是卷烟包装机的动力源泉，负责将电机的驱动力传递给各个执行机构。该系统通常采用精密的齿轮、链条、皮带等传动元件，确保动力传递的准确性与稳定性。同时，机械传动系统还具备过载保护与磨损检测功能，能够在检测到异常情况及时停机，避免设备损坏与生产事故。

2.8. 润滑系统

润滑系统是卷烟包装机保持高效、稳定运行的重要保障。该系统通过向各个运动部件提供适量的润滑剂，减少摩擦与磨损，延长设备使用寿命。同时，润滑系统还具备自动检测与补给功能，能够实时监控润滑剂的使用情况，并在需要时自动补充润滑剂，确保设备的持续稳定运行。

2.9. 检测系统

检测系统是卷烟包装机质量控制的关键环节。该系统通过采用先进的传感器与图像处理技术，对卷烟的包装质量、外观尺寸、重量等关键指标进行实时监测与评估。一旦发现不合格产品，检测系统能够立即发出警报并停机处理，确保生产线上只流出高质量的产品。此外，检测系统还能够收集大量生产数据，为企业的生产管理与决策提供依据。

3. 卷烟包装机设备维护维修与保养现状

3.1. 设备事后维修为主，缺乏主动预测性维修意识

当前，卷烟包装机的维修工作主要以事后维修为主，即当设备出现故障或性能下降时，才进行维修处理。这种维修方式不仅影响生产效率，还可能因故障导致的停机时间增加生产成本。更为严重的是，事后维修往往难以彻底解决设备存在的潜在问题，导致故障频发，影响生产线的稳定运行。房超[2]的研究中指出，缺乏主动预测性维修意识是当前卷烟包装机维护维修工作中的一大短板，该类反应式维修难以从根本上提升设备可靠性。预测性维修通过对设备运行数据的实时监测和分析，能够提前发现设备可能存在的故障隐患，从而采取预防措施，避免故障的发生。这一理念与可靠性居中维修(RCM)中“基于状

态的维护”高度契合，主张通过传感器与数据分析实现维修决策的科学化。

3.2. 设备管理维修人员综合素质不高

设备管理维修人员的综合素质直接影响到卷烟包装机的维护维修质量和效率。然而，当前卷烟包装机设备管理维修人员的综合素质普遍不高，存在技能水平参差不齐、专业知识更新滞后等问题。这导致在设备维修过程中，难以准确判断故障原因，采取科学合理的维修措施，从而影响设备的维修效果和使用寿命。此外，部分设备管理维修人员缺乏责任心和敬业精神，对待工作敷衍了事，未能严格按照设备维护维修规程进行操作，导致设备维护维修工作流于形式，未能达到预期的效果。而 TPM 理论中“全员参与”和“自主维护”理念强调[3]，应通过系统化培训与组织支持，提升一线人员的综合能力，使其不仅执行操作，还能参与改进决策。

4. 卷烟包装机设备维修维护与保养措施

4.1. 基于 TPM 与 RCM 的维护策略设计

4.1.1. 构建全员生产维护(TPM)体系

TPM 强调通过员工的全面参与和跨职能合作，以最大限度提升设备综合效率，在卷烟包装机维护实践中，可系统性地将维护任务划分为日常点检、定期保养、专业维修和改良维护四个层级[4]，形成结构化、责任明确的维护机制(详见表 1)。操作人员负责每班次对设备进行清洁、异常噪声检测和润滑状态确认；维修团队按月或季度执行关键部件的更换与系统校准；专业技师团队处理复杂故障和软硬件优化；而技术与维修团队的协同项目，则可推动设备局部结构的改良，如铝箔纸防卷曲装置的改进，从根本上减少故障发生。该体系不仅明晰了各岗位职责，也提高了问题响应与处置效率。

Table 1. Division of maintenance tasks for cigarette packaging machines based on TPM

表 1. 基于 TPM 的卷烟包装机维护任务分工

维护类型	执行角色	主要内容	周期
日常点检	操作人员	清洁、异响检测、润滑检查	每班次
定期保养	维修团队	零部件更换、精度校准、系统调试	每月/季度
专业维修	专业技师	故障修复、软件更新、性能优化	按需
改良维护	技术与维修合作	设计改进、预防性技术改造	年度/项目制

4.1.2. 推行可靠性居中维修(RCM)决策流程

RCM 着眼于设备的功能可靠性，通过系统性的故障模式与影响分析(FMEA)制定维护策略[5]。在包装机中，可重点识别高故障风险单元，如主传动机构、热封模块和电控系统。针对这些关键部位，结合实时监测数据与历史维修记录，制定预防性更换间隔或设置状态预警阈值。例如，利用振动分析技术判断轴承磨损状态，或通过热成像监测热缩炉温度均匀性，从而科学安排维修窗口，避免突发故障，这一方法显著提高了维修活动的针对性和经济性，也从传统“定时维修”过渡到“按需维修”。

4.1.3. 强化数据驱动预测性维护

依托设备物联网平台，实时采集振动、温度、电流、噪声等多源信号，构建卷烟包装机的数字孪生模型，是实现预测性维护的关键。通过机器学习方法对历史数据进行训练，可建立故障预测模型，实现早期异常诊断与剩余寿命估算。例如，基于铝箔纸输送电机的电流波动特征可预测其即将发生的堵转风险；图像检测系统通过实时比较包装成品与标准样本的差异，可快速判断是否出现封口缺陷。孙继

中[6]指出,这类数据驱动的维护方式不仅降低非计划停机时间,也为备件管理与维修资源调度提供了决策依据。

4.2. 培养专业化的烟草企业设备维修维护保养队伍

4.2.1. 建立分层级、多通道的培训体系

加强对设备维修维护保养队伍的日常培训,提高其专业技能和综合素质。针对卷烟包装机设备的复杂性,培训内容建议构建覆盖基础、进阶和专家三个层次的培训机制。通过邀请行业专家、资深技术人员进行现场授课或远程教学,确保维修人员能够掌握最新的技术知识和维修技能。基础培训面向操作人员和初级技工,重点为设备结构、日常点检和常见故障识别;进阶培训面向维修骨干,内容可包括振动分析、控制系统诊断及数据工具使用;专家培训则侧重预测性维护技术、设备可靠性建模与跨学科知识融合。随着技术的不断进步,卷烟包装机设备也在不断更新换代。因此,维修队伍的培训应紧跟时代步伐,及时更新知识体系,确保维修人员能够熟练掌握新型设备的维修与保养技术。

4.2.2. 建立激励机制

建立科学合理的绩效考核制度,将维修人员的日常工作表现、故障处理效率、设备维护质量等指标纳入考核范围。根据考核结果,对表现优秀的维修人员给予物质奖励或晋升机会,激发其工作积极性和创造力,并设立专项奖励基金,对提出有效改进方案、成功实施预防性维修案例的员工给予物质与荣誉激励。同时,可设置“技术能手”、“故障排查专家”等内部认证角色,形成技术晋升的双通道,让维修人员不仅在管理岗位,也在专业领域中获得成长空间和认可。

4.2.3. 加强团队建设

良好的团队协作是推行 TPM“全员参与”理念的文化基础,通过组织定期的团队活动、交流会等,增进维修人员之间的沟通与协作,提高团队凝聚力。同时华强[7]等人研究指出,需关注维修人员的心理健康,及时帮助其解决工作和生活中的困难,确保其以饱满的热情投入到工作中。加强安全教育,提高维修人员的安全意识。通过定期的安全培训和演练,确保维修人员能够熟练掌握安全操作规程,有效防范各类安全事故。此外,应严格执行安全操作规程,通过定期演练事故场景如机械夹伤、电气触电等,强化安全意识,确保在突发情况下的快速、有序响应。

4.3. 设备使用环境与精细化维护实践

4.3.1. 环境参数的标准化与监控

卷烟包装机对运行环境有较高要求,需保持温度在 20℃~26℃、相对湿度 50%~60%的范围内,以避免材料变形和电气故障。建议在车间关键工位布置温湿度传感器,并设立环境看板实时显示数据。同时,应对空气中粉尘浓度进行定期检测,尤其在包装纸和铝箔开卷区域,安装粉尘收集装置,减少异物侵入设备内部的风险。

4.3.2. 清洁管理

制定详细的清洁作业指导书,明确清洁对象、频率、使用工具及溶剂类型。例如,光电传感器镜片需每班次用无水酒精擦拭;传送带和成型模具每周进行一次彻底清污。建立“设备清洁责任人”制度,将清洁质量与班组考核挂钩,杜绝清洁流于形式。此外,可在设备关键部位设置可视化清洁标签,记录末次清洁时间及人员,提高清洁过程的可追溯性。

4.3.3. 环境管理及预防性维护

环境控制不仅独立成章,更应融入整体预防性维护体系,详见图 1。例如,在高温高湿季节加强电气

柜的检查频次，防范结露短路；对暴露于高频干扰环境中的控制系统，采用屏蔽电缆和接地优化，减少信号误报。通过将环境参数纳入设备健康状态评估指标，可实现更全面、精准的设备管理，进一步提升系统的可靠性与使用寿命，预防性维护不仅要按周期执行，更应结合设备实际负荷与运行状态进行动态调整。



Figure 1. Flowchart of predictive maintenance implementation for cigarette packaging machines
图 1. 卷烟包装机预测性维护实施流程图

5. 结语

综上所述，卷烟包装机的维护管理是一项涉及技术、人员与系统的综合性工程。通过引入 TPM 和 RCM 理论，不仅能够优化现有的维修模式，也在一定程度上推动维护活动向标准化、数据化和预防性方向发展。同时，企业还应注重引进先进的维修技术和设备，推动卷烟包装机设备的智能化、自动化发展，以适应市场需求的不断变化。通过这些措施的实施，可以有效降低企业生产成本，提高市场竞争力，推动烟草行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 董晓齐. 卷烟包装机设备维修维护与保养探讨[J]. 互动软件, 2021(6): 5045.
- [2] 房超. 探讨卷烟包装机设备维修维护与保养[J]. 同行, 2021(10): 152-153.
- [3] 何聪华. TPM 在先进制造企业中的应用[J]. 化学工程与装备, 2021(3): 202-204.
- [4] Lucantoni, L., Antomarioni, S., Ciarapica, F.E. and Bevilacqua, M. (2025) A Data-Driven Framework for Supporting the Total Productive Maintenance Strategy. *Expert Systems with Applications*, **268**, Article 126283. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.126283>
- [5] Kumar, S., Bhatkulkar, T. and Kane, P. (2023) FMEA and FTA of Coal Handling System of Power Plant. *Materials Today: Proceedings*, **90**, 197-200. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.06.012>
- [6] 孙继中, 刘林林. 卷烟包装机设备维修维护与保养分析[J]. 数码-移动生活, 2021(6): 229.
- [7] 华强, 宋时浩, 朱国健, 等. 浅谈卷烟包装机设备维修维护与保养[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(7): 282.